



Cost Benefit Analysis dalam Pengembangan Fasilitas Pengolahan Sampah: Studi Kasus Kota Pekanbaru

Cost Benefit Analysis for Developing Municipal Solid Waste Treatment Facility: Case Study of Pekanbaru City

Mochammad Chaerul^a, Silda Adi Rahayu^b

^a Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, ITB Kampus Ganesha Bandung, 40132, Indonesia [+62 22 2502647]

^b Program Studi Magister Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, ITB Kampus Ganesha Bandung, 40132, Indonesia [+62 22 2502647]

Article Info:

Received: 24 - 12 - 2018

Accepted: 29 - 04 - 2019

Keywords:

Cost benefit analysis, cost benefit ratio, waste treatment facilities.

Corresponding Author:

Mochammad Chaerul
Program Studi Teknik
Lingkungan, Fakultas Teknik
Sipil dan Lingkungan, Institut
Teknologi Bandung;
Tel. +62-22-2502647, 2534187
Email: m.chaerul@ftsl.itb.ac.id

Abstract: *Municipal solid waste management is a public service that should be provided by the government and needs a significant portion of the government budget, so it is deemed as a cost center. Often, benefit from the waste management could not directly be nominalized into money. The study aims to compare the total cost needed and benefit taken, directly and indirectly, using Cost Benefit Analysis (CBA) and puts Pekanbaru City as a case study. Recently, there were 5 units of waste recycling facility (TPS 3R), 5 units of composting facility, and 145 unit of waste bank available in Pekanbaru City. In order to compare with the existing condition, the study developed 2 scenarios related to the recycling facilities, namely Scenario A for optimizing capacity of the facilities, and Scenario B for providing 2 facilities in each sub-district until 2025. The result shows that the Benefit Cost Ratio (BCR) value were 2.903 for Scenario A, and 4.478 for Scenario B, comparing to 1.624 for the existing condition. The study provides a proof that the municipality should prioritize waste treatment rather than waste disposal as it has higher total benefit and the measure is in-line with the national policy on waste management.*

How to cite (CSE Style 8th Edition):

Chaerul M dan Rahayu SA. 2019. Cost benefit analysis dalam pengembangan fasilitas pengolahan sampah: Studi kasus Kota Pekanbaru. JPSL 9(3): 710-722. <http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.9.3.710-722>.

PENDAHULUAN

Salah satu subsistem teknik operasional penanganan sampah adalah melalui pengolahan. Pengolahan merupakan bagian dari kebijakan strategi pengelolaan sampah nasional (Peraturan Presiden No. 97 tahun 2017). Pilihan teknologi pengolahan sampah diupayakan tetap bertumpu pada prinsip bahwa sampah adalah sumber daya yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan dan sumber energi (Damanhuri dan Padmi 2016). Seringkali pengolahan sampah masih dianggap sebagai *cost center* karena hasil penjualan produk tidak bisa menutupi biaya operasional.

Saat ini, berbagai masalah terkait pengelolaan sampah masih dihadapi oleh hampir semua kota besar di Indonesia, termasuk Kota Pekanbaru. Kota Pekanbaru sebagai Ibukota Provinsi Riau memiliki luas wilayah 632.26 km² dan jumlah penduduk mencapai 1 064 556 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk 2.55% (Badan Pusat Statistik 2017). Peningkatan pertumbuhan penduduk setiap tahunnya diiringi peningkatan aktivitas

masyarakat dengan pola konsumsi masyarakat yang beragam yang menimbulkan pertambahan timbulan sampah dan karakteristik sampah yang beragam. Saat ini, fasilitas pengolahan berupa rumah kompos, Tempat Pengolahan Sampah dengan prinsip *Reduce Reuse Recycle* (TPS 3R) dan bank sampah telah dibangun di Kota Pekanbaru.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis efektivitas pengelolaan sampah adalah *Cost Benefit Analysis* (CBA). Sebagai bagian dari metode valuasi, CBA merupakan sebuah metode pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui nilai manfaat dari sebuah kegiatan dilihat dari sudut pandang secara keseluruhan. Berbagai penelitian terkait pengelolaan sampah dengan menggunakan CBA telah banyak dilakukan di luar negeri, diantaranya untuk identifikasi pola pembiayaan implementasi dan operasi pengolahan sampah negara-negara Asia (Aleluia dan Ferrão 2017), analisis skenario pengelolaan sampah di Romania (Ghinea dan Gavrilescu 2016), integrasi manajemen sampah dan energi (Dobraja *et al.* 2016), analisis skenario pengolahan sampah makanan di Singapura (Ahamed *et al.* 2016), dan penilaian ekonomi pengelolaan limbah padat dengan model biaya rinci dan komprehensif (Sanchez *et al.* 2014).

Di Indonesia, metode CBA telah digunakan untuk penelitian pada berbagai macam bidang, antara lain: pengembangan lahan persawahan (Raharjo *et al.* 2018), penyediaan air minum (Setiyani *et al.* 2018), sumberdaya air embung (Dethan *et al.* 2014), ekosistem terumbu karang (Maulana *et al.* 2016), dan pengembangan ekowisata sebagai objek wisata kawasan pesisir pantai (Pieter *et al.* 2015). Penggunaan metode CBA masih relatif terbatas untuk bidang pengelolaan sampah di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keberadaan fasilitas pengolahan sampah dengan metode CBA, dengan mempertimbangkan total biaya yang dibutuhkan dan total manfaat yang didapat, baik yang dapat secara langsung maupun secara tidak langsung dinominalkan dengan nilai uang. Penelitian ini mengambil studi kasus fasilitas pengolahan sampah di Kota Pekanbaru yang diharapkan dapat dijadikan salah satu acuan pertimbangan bagi pemerintah dan *stakeholder* terkait dalam pengembangan pengelolaan sampah yang lebih baik.

METODE

Lokasi Penelitian

Setiap wilayah akan spesifik menghasilkan timbulan dan komposisi sampah. Masyarakat di setiap daerah pun memiliki karakteristik dan persepsi yang bisa saja berbeda terhadap pengelolaan sampah. Studi kasus yang dipilih dalam penelitian ini adalah Kota Pekanbaru.

Metode Pengumpulan Data

Sampling timbulan sampah

Sampling untuk mengetahui timbulan sampah di rumah dilakukan terhadap 80 rumah yang tersebar dalam 12 kecamatan di Kota Pekanbaru, dengan pengambilan yang dilakukan secara acak untuk setiap tingkatan ekonomi yang berbeda, yakni tingkat ekonomi tinggi, menengah dan rendah (*stratified random sampling*). Metode pengukuran timbulan sampah di rumah tangga mengacu pada SNI 19-3964-1994, yang antara lain mensyaratkan pelaksanaan *sampling* selama 8 hari berturut-turut. Pengambilan jumlah 80 sampel rumah didasarkan atas persamaan Slovin berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N \cdot e^2}$$

Keterangan:

N : jumlah sampel rumah, dengan asumsi 5 orang per rumah

N : jumlah penduduk Kota Pekanbaru tahun 2016, yaitu sebesar 1 064 556 jiwa

e : tingkat kepercayaan, diambil 95%

Dengan tingkat kepercayaan jumlah sampel sebesar 95% diharapkan pengukuran timbulan sampah rumah tangga dapat merepresentasikan kondisi yang riil di Kota Pekanbaru. Sampah, sebenarnya juga dihasilkan dari sumber non-rumah tangga (non-domestik), misalnya dari kantor, kawasan perniagaan, sekolah, dan lain-lain. *Sampling* tidak dilakukan secara langsung untuk mengetahui timbulan sampah dari non-rumah tangga. Dengan mengambil asumsi rasio jumlah timbulan sampah dari sumber rumah tangga dan non-rumah tangga sama dengan rasio jumlah sampah yang terangkut ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dari rumah tangga dan non-rumah tangga, maka dapat diprediksi jumlah timbulan sampah non-rumah tangga.

Sampling juga dilakukan untuk mengetahui jumlah sampah terangkut ke TPA. Pengukuran timbulan sampah masuk ke TPA menggunakan metode *weigh-volume analysis*. Dengan memperbandingkan antara total jumlah sampah terangkut ke TPA dengan total timbulan sampah dari rumah tangga dan non-rumah tangga maka dapat diketahui tingkat pelayanan *existing* pengangkutan sampah di Kota Pekanbaru yang menuju ke TPA.

Kondisi existing fasilitas pengolahan sampah

Observasi terhadap kondisi *existing* dimaksudkan untuk menjelaskan aspek teknis dan non-teknis terkait fasilitas pengolahan sampah yang ada di Kota Pekanbaru pada saat ini. Aspek teknis yang ditinjau terkait jumlah sampah yang dikelola dengan menggunakan metode penimbangan sederhana dan teknologi yang digunakan pada fasilitas pengolahan sampah melalui observasi lapangan.

Pengumpulan data aspek non-teknis pengelolaan sampah dilakukan terhadap responden yang rumahnya diambil sampel untuk pengukuran timbulan sampah. Berbagai macam data aspek teknis dikumpulkan, antara lain: penilaian kebersihan kota, kepuasan terhadap pelayanan pengelolaan sampah, kemauan membayar retribusi pelayanan sampah, dan lain-lain. Data aspek non-teknis yang sangat terkait dengan penelitian ini adalah besaran retribusi yang dibayarkan oleh masyarakat. Data yang didapatkan digunakan untuk mengkonfirmasi besaran retribusi yang telah diatur melalui Peraturan Daerah Kota Pekanbaru No. 10 Tahun 2012 tentang Retribusi Pelayanan Persampahan/Kebersihan. Dilakukan juga wawancara terhadap masyarakat.

Metode Analisis Data

Pengembangan fasilitas pengolahan sampah

Analisis dengan metode CBA digunakan untuk mengetahui nilai BCR dari kondisi *existing* operasional fasilitas pengelolaan sampah yang saat ini terdapat di Kota Pekanbaru dan dibandingkan dengan nilai BCR yang didapat dari 2 skenario pengembangan pengelolaan sampah di Kota Pekanbaru. Kedua skenario yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Skenario A, berupa optimasi fasilitas pengolahan sampah yang telah ada. Optimasi dilakukan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 3 Tahun 2013. Skenario A dikembangkan dengan mengoptimasi fasilitas Rumah Kompos dan TPS 3R dari skenario A melalui peningkatan kapasitas jumlah sampah yang dapat dikelola oleh kedua fasilitas tersebut. Fasilitas Bank Sampah dianggap sudah mencapai optimal sehingga tidak dilakukan optimasi.
- Skenario B, berupa penambahan dan/atau pengembangan fasilitas pengolahan untuk mengantisipasi timbulan sampah hingga tahun 2025. Skenario B merupakan pengembangan dari skenario A. Pada skenario ini fasilitas yang dikembangkan adalah fasilitas TPS 3R dengan jumlah TPS 3R yang akan dibangun adalah sebanyak 2 unit pada setiap kecamatan. Kota Pekanbaru terdiri dari 12 kecamatan sehingga jumlah TPS 3R yang akan dibangun berjumlah 24 unit. Pembangunan TPS 3R ini akan dilakukan bertahap hingga Tahun 2025.

Cost Benefit Analysis (CBA)

Kondisi *existing* dan kedua skenario pengembangan pengelolaan sampah di Kota Pekanbaru di atas selanjutnya dianalisis dengan menggunakan metode *Cost Benefit Analysis* (CBA). Kajian CBA dibedakan atas kajian biaya (*cost*) dan manfaat (*benefit*).

Komponen biaya yang dipertimbangkan pada penelitian ini terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung:

- Biaya langsung, meliputi: biaya investasi, biaya operasional, dan biaya perawatan.
- Biaya tidak langsung, yang diakibatkan oleh adanya pencemaran lingkungan oleh suatu kegiatan, meliputi biaya yang ditimbulkan akibat emisi kegiatan pengangkutan dan pengolahan sampah.

Komponen manfaat dalam penelitian ini meliputi manfaat langsung dan manfaat tidak langsung sebagai berikut:

- Manfaat langsung, terdiri atas penghasilan dari penjualan kompos, retribusi dari masyarakat, pengurangan konsumsi bahan bakar, dan pengurangan kebutuhan lahan di TPA.
- Manfaat tidak langsung, yaitu manfaat lingkungan yang dinilai sesuai kualitas lingkungan yang dihasilkan dari jumlah sampah yang dapat direduksi oleh fasilitas pengolahan sampah.

Secara detail, komponen biaya dan manfaat yang dipertimbangkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komponen biaya dan komponen manfaat

Jenis	Komponen	Kode
Komponen biaya:		
Biaya langsung	Biaya investasi:	
	Biaya sewa lahan	C1
	Biaya pengadaan barang dan peralatan	C2
	Biaya operasional:	
	Upah pekerja	C3
	Biaya listrik dan air	C4
	Biaya bahan bakar	C5
	Biaya perawatan: mesin dan bangunan	C6
Biaya tidak langsung	Emisi dari kegiatan pengangkutan	C7
	Emisi dari kegiatan pengolahan	C8
Komponen manfaat:		
Manfaat langsung	Penghasilan dari penjualan produk	B1
	Retribusi yang didapat dari masyarakat	B2
	Pengurangan konsumsi BBM (pengangkut sampah)	B3
	Pengurangan kebutuhan lahan di TPA	B4
Manfaat tidak langsung	Pengurangan emisi CO ₂ dari pengangkutan sampah	B5
	Pengurangan gas CH ₄ di TPA	B6
	Pengurangan biaya dampak kesehatan	B7

Analisis komponen biaya dilakukan dengan menjumlahkan nilai-nilai biaya dari suatu skenario sehingga didapatkan total biaya (*net cost*) dari setiap skenario yang direncanakan. Analisis komponen manfaat dilakukan dengan menjumlahkan nilai-nilai manfaat dari setiap skenario sehingga didapatkan total manfaat (*net benefit*). Berdasarkan Tabel 1 maka persamaan *net cost* dan *net benefit* adalah:

$$Net\ cost = C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7+C8$$

$$Net\ benefit = B1+B2+B3+B4+B5+B6+B7$$

Emisi kendaraan untuk kegiatan pengangkutan (C7 dan B5) menggunakan persamaan yang tercantum pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010, yaitu:

$$E = EF \times TD \times AV$$

Keterangan:

E : Massa dari CO₂ (ton/tahun)

EF : Faktor emisi CO₂ (g/kg)

TD : Konsumsi bahan bakar (liter)

AV : Jumlah kendaraan (unit)

Emisi yang dihasilkan dari kegiatan pengomposan (B5 dan B6) menggunakan persamaan yang tercantum pada IPCC (2006), yaitu:

$$\text{Emisi CH}_4 = \sum ((M_i \times EF_i) \times 10^{-3})$$

$$\text{Emisi N}_2\text{O} = \sum ((M_i \times EF_i) \times 10^{-3})$$

Keterangan:

M_i : Massa sampah yang dikomposkan (Gg)

EF_i : Faktor emisi pengomposan (4 g/kg untuk CH₄ dan 0.3 g/kg untuk N₂O)

Nilai emisi yang didapat, kemudian dikonversi menjadi CO₂ ekivalen. Pendekatan harga emisi yang digunakan adalah berdasarkan USEPA (2017), dimana harga untuk 1 ton CO₂ adalah 11,6 USD. Pendekatan yang digunakan untuk pengurangan kebutuhan lahan di TPA (B4) adalah dengan menggunakan studi literatur, dimana data yang dibutuhkan adalah kedalaman *landfill* dan tinggi tumpukan sampah di atas tanah di TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru dan densitas sampah setelah dikompaksi. Berdasarkan data tersebut maka dapat diketahui total volume sampah yang direduksi oleh fasilitas pengolahan sampah setelah dikompaksi, kemudian dapat dihitung pengurangan kebutuhan luas lahan, dimana harga lahan di sekitar TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru adalah Rp 250 000 per m².

Pendekatan yang digunakan untuk pengurangan biaya dampak kesehatan (B7) adalah dengan menggunakan studi kasus penyakit terkait sampah, dengan cara membagi jumlah sampah yang tidak terangkut ke TPA dengan jumlah penderita sehingga didapatkan besaran timbulan sampah yang dapat menyebabkan suatu penyakit (ton/orang). Selanjutnya, biaya rumah sakit yang terdapat pada Peraturan Menteri Kesehatan No. 69 Tahun 2013 tentang Standar Tarif Pelayanan Kesehatan dalam penyelenggaraan Program Jaminan Kesehatan, yaitu Rp 2 544 943 per orang dibagi dengan timbulan sampah yang menyebabkan penyakit, sehingga didapatkan biaya rumah sakit per timbulan sampah (Rp/ton) dan dikalikan dengan timbulan sampah yang direduksi oleh fasilitas pengolahan sampah, sehingga didapatkan pengurangan biaya dampak kesehatan.

Setiap skenario fasilitas pengolahan sampah dianalisis nilai *net value* dan nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR). BCR ini menunjukkan gambaran berapa kali lipat manfaat yang diperoleh dari biaya yang dikeluarkan. Apabila BCR > 1, maka proyek atau gagasan usaha yang akan didirikan layak untuk dilaksanakan. Demikian pula sebaliknya, apabila BCR < 1, maka proyek atau gagasan usaha yang akan didirikan tidak layak untuk dilaksanakan. Persamaan *net value* dan BCR adalah sebagai berikut:

$$\text{Net value} = \text{Net benefit} - \text{Net cost}$$

$$\text{BCR} = \frac{\text{Net benefit}}{\text{Net cost}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Timbulan Sampah

Hasil sampling dan interpolasinya untuk memprediksi total timbulan sampah domestik (rumah tangga) di Kota Pekanbaru dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3. Hasil pengukuran berat sampah yang masuk ke TPA

Muara Fajar berdasarkan sumber sampah domestik dan non-domestik diketahui bahwa proporsi masing-masing jumlah sampah domestik dan non-domestik adalah 66.65% dan 33.35%. Dengan proporsi tersebut, dapat diprediksi total jumlah sampah di sumber di Kota Pekanbaru adalah sebesar 592 961 kg/hari, atau setara dengan 0.522 kg/orang/hari ekuivalen. Timbulan sampah dipengaruhi oleh klasifikasi tingkatan kota; semakin besar tingkatan kota maka semakin besar pula timbulan sampah di tempat tersebut (Damanhuri dan Padmi 2016).

Tabel 2 Hasil sampling timbulan sampah.

Tingkat Ekonomi	Jumlah Sampel	Timbulan sampah (kg/orang/hari)			Standar deviasi
		Minimum	Rata-rata	Maksimum	
Tinggi	32	0.900	0.438	3.180	0.023
Menengah	22	0.740	0.374	3.100	0.028
Rendah	26	0.400	0.349	2.900	0.007

Tabel 3 Prediksi total timbulan sampah domestik.

Tingkat Ekonomi	Persentase ^{a)} (%)	Jumlah Penduduk (jiwa) ^{a)}	Rata-rata Timbulan (kg/orang/hari)	Jumlah Timbulan (kg/hari)
Tinggi	39	443 161	0.438	194 289
Menengah	30	340 893	0.374	127 380
Rendah	31	352 256	0.349	122 996
Jumlah	100	1 136 309		444 665
Rata-rata timbulan sampah domestik (kg/orang/hari)			0.391	

^{a)} Sumber: BPS Kota Pekanbaru (2017)

Tabel 4 Timbulan sampah kota-kota di Indonesia.

Kota	Liter/orang/hari	Kg/orang/hari
Jakarta	2.60	0.65
Surabaya	2.40	0.60
Semarang	1.80	0.45
Bandung	3.30	0.83
Surakarta	3.20	0.60
Makassar	2.40	0.60

Sumber: Damanhuri dan Padmi (2016)

Dengan data rata-rata jumlah sampah terangkut ke TPA sebesar 455 652 kg/hari, maka didapat tingkat pelayanan pengangkutan sampah di Kota Pekanbaru saat ini adalah sebesar 76.87%. Tingkat pelayanan pengelolaan sampah di kota yang lebih besar biasanya lebih tinggi, seperti di DKI Jakarta tahun 2013 sebesar 86% (Nugraha *et al.* 2018) dan di Surabaya tahun 2011 sebesar 95% (Kawai *et al.* 2012).

Proyeksi timbulan sampah di masa mendatang dapat diprediksi dengan mempertimbangkan jumlah penduduk dan asumsi rata-rata peningkatan timbulan sampah per tahun sebesar 0.01 kg/orang/hari. Asumsi tersebut biasanya diambil dalam penyusunan rencana induk pengelolaan sampah suatu kota, seperti yang tercantum dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 3 Tahun 2013. Hasil proyeksi timbulan sampah di Kota Pekanbaru hingga tahun 2025 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Proyeksi timbunan sampah di Kota Pekanbaru.

Tahun	Proyeksi Penduduk (Jiwa)	Proyeksi Timbunan Sampah (kg/o/hari)	Proyeksi Jumlah Sampah (kg/hari)
2019	1 166 239	0.532	620 439
2020	1 195 998	0.542	648 231
2021	1 225 607	0.552	676 535
2022	1 255 091	0.562	705 361
2023	1 284 458	0.572	734 710
2024	1 313 730	0.582	764 591
2025	1 342 915	0.592	795 006

Fasilitas Pengolahan Sampah

Saat ini terdapat 3 jenis fasilitas pengolahan sampah di Kota Pekanbaru, yaitu:

1. Rumah Kompos, sebanyak 5 unit dengan teknologi *open windrow*, dan sampah masuk antara 270 sampai dengan 478 kg/unit/hari (rata-rata sebesar 365 kg/unit/hari).
2. TPS 3R, sebanyak 5 unit tetapi yang beroperasi secara kontinu hanya 1 unit dengan sampah masuk 300 kg/hari dan pendapatan Rp 1 000 000 per bulan.
3. Bank Sampah, sebanyak 145 unit bank sampah dengan 3 unit bank sampah induk, dengan rata-rata sampah masuk ke bank sampah induk sebanyak 342 kg/unit/hari dan rata-rata keuntungan sebesar Rp 3 111 667 per bulan.

Hasil Cost Benefit Analysis (CBA)

Hasil perhitungan total biaya dan manfaat untuk kondisi *existing* dan dua skenario yang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 6. Dalam penelitian ini, tidak ada biaya sewa lahan (C1) karena fasilitas pengolahan yang direncanakan akan menempati lahan milik pemerintah daerah. Komponen biaya listrik dan air (C4) juga memiliki nilai Nol. Penyediaan air direncanakan menggunakan air tanah dimana biaya pengadaannya sudah masuk ke komponen biaya pengadaan barang dan peralatan (C2). Energi untuk penyediaan air dan listrik disuplai dari mesin diesel yang sudah termasuk dalam biaya bahan bakar (C5), sehingga biaya air dan listrik (C4) juga bernilai Nol.

Total biaya, baik biaya langsung maupun biaya tidak langsung, yang dibutuhkan untuk kondisi *existing* paling rendah dibandingkan dengan Skenario A dan Skenario B. Sebaliknya, total manfaat, baik manfaat langsung maupun manfaat tidak langsung, yang dapat dihasilkan dari kondisi *existing* jauh lebih rendah dibandingkan dengan Skenario A dan Skenario B.

Untuk kondisi *existing* dan kedua skenario, proporsi biaya langsung jauh lebih besar dibandingkan biaya tidak langsung. Manfaat langsung pada kondisi *existing* dan Skenario A lebih besar dibandingkan manfaat tidak langsungnya. Sedangkan untuk Skenario B, manfaat tidak langsung lebih besar dibandingkan manfaat langsungnya.

Kondisi existing

Saat ini, biaya langsung fasilitas pengolahan sampah lebih didominasi oleh komponen biaya operasional dibandingkan biaya perawatannya. Bila dilihat lebih detail per fasilitas pengolahan sampah maka biaya langsung yang diperlukan di kondisi *existing* lebih didominasi biaya operasional dibandingkan biaya perawatannya (Tabel 7). Rumah Kompos membutuhkan biaya langsung yang lebih besar dibandingkan TPS 3R dan Bank Sampah. Biaya tidak langsung dari kondisi *existing* lebih didominasi akibat emisi dari kegiatan pengolahan (C8) dibandingkan emisi dari kegiatan pengangkutan (C7). Secara keseluruhan, biaya langsung dari fasilitas pengolahan sampah menunjukkan nilai yang jauh lebih kecil dibandingkan biaya tidak langsungnya.

Tabel 6 Besaran biaya untuk kondisi *existing* dan 2 skenario.

Jenis	Komponen	Existing		Skenario A		Skenario B (tahun 2025)	
		Nominal (Rp)	Persentase (%)	Nominal (Rp)	Persentase (%)	Nominal (Rp)	Persentase (%)
Biaya:							
Langsung	C1	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
	C2	38 926 138	7.55%	149 549 988	14.20%	1 968 377 988	39.33%
	C3	399 588 000	77.52%	704 404 500	66.87%	2 267 380 500	45.30%
	C4	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
	C5	33 016 857	6.41%	132 574 904	12.59%	571 469 184	11.42%
	C6	43 920 000	8.52%	66 890 000	6.35%	197 810 000	3.95%
	Sub Total	515 450 995	100%	1 053 419 392	100.00%	5 005 037 672	100%
Tidak langsung	C7	1 429 249	7.76%	6 412 306	11.54%	29 589 317	15.93%
	C8	16 995 289	92.24%	49 130 748	88.46%	156 129 258	84.07%
	Sub Total	18 424 538	100.00%	55 543 054	100.00%	185 718 575	100.00%
Total Biaya		533 875 533		1 108 962 446		5190 756 247	
Manfaat:							
Langsung	B1	124 020 000	23.56%	1 059 084 689	44.42%	4 975 333 720	57.32%
	B2	374 358 000	71.10%	1 256 302 000	52.69%	3 416 302 000	39.36%
	B3	5 613 243	1.07%	13 774 345	0.58%	111 279 913	1.28%
	B4	22 500 952	4.27%	55 203 571	2.32%	177 195 571	2.04%
	Sub Total	526 492 195	100.00%	2 384 364 605	100.00%	8 680 111 204	100.00%
Tidak langsung	B5	479 248	0.14%	1 176 028	0.14%	9 500 873	0.07%
	B6	167 743 787	49.29%	411 540 631	49.29%	13 200 986 585	90.63%
	B7	172 073 617	50.57%	422 163 383	50.57%	1 355 084 100	9.30%
Sub Total		340 296 652	100.00%	834 880 042	100.00%	14 565 571 558	100.00%
Total Manfaat		866 788 847		3 219 244 647		23 245 682 762	
NET VALUE		332 913 313		2 110 282 201		18 054 926 515	
BCR		1.624		2.903		4.478	

Tabel 7 Biaya langsung kondisi *existing* di fasilitas pengolahan.

Biaya Langsung (Rp/tahun)	Rumah Kompos	TPS 3R	Bank Sampah
Operasional	423 776 995	13 712 000	34 042 000
Perawatan	26 125 000	4 305 000	13 490 000
Total tiap fasilitas	449 901 995	18 017 000	47 532 000
Total			515 450 995

Manfaat langsung lebih banyak disumbangkan dari pembayaran retribusi pelayanan sampah dari masyarakat (B2) dan penghasilan dari penjualan produk (B1). Manfaat tidak langsung merupakan manfaat yang diperoleh dari total timbulan sampah yang dapat direduksi oleh fasilitas pengolahan sampah Kota Pekanbaru, yaitu sebesar 945.04 ton/tahun untuk kondisi *existing*. Dengan reduksi timbulan sampah tersebut, maka akan mereduksi emisi kegiatan pengangkutan sampah (B5), reduksi emisi yang dihasilkan oleh kegiatan *landfill* (B6) dan manfaat dampak kesehatan (B7).

Secara keseluruhan, manfaat tidak langsung jauh lebih besar dibandingkan manfaat langsungnya. Hal ini menunjukkan bahwa suatu pengelolaan sampah mungkin tidak menghasilkan manfaat nominal langsung yang besar tetapi akan lebih banyak manfaat non-nominal tidak langsung yang dihasilkan, terutama untuk perlindungan kesehatan masyarakat dan lingkungan.

Secara total, nilai manfaat lebih besar dibandingkan nilai biaya, sehingga memiliki *net value* yang positif (yaitu sebesar Rp 332 913 314). Dengan nilai *net value* yang positif dan BCR > 1 (yaitu sebesar 1.624) menunjukkan bahwa skenario kondisi *existing* fasilitas pengolahan sampah Kota Pekanbaru memberikan keuntungan secara ekonomi dan layak untuk dijalankan.

Skenario A

Sebagai hasil evaluasi untuk optimasi kapasitas fasilitas pengolahan sampah (Skenario A), total jumlah yang dapat dikelola oleh rumah kompos dan TPS 3R yang ada di Kota Pekanbaru adalah sebesar 1 373 ton/tahun. Distribusi timbulan terhadap kedua fasilitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 8. Bila dibandingkan dengan kondisi *existing*, hasil optimasi kapasitas fasilitas pengolahan (Skenario A) memang akan membutuhkan biaya, baik biaya langsung maupun biaya tidak langsung, yang lebih besar. Hal ini dikarenakan jumlah sampah yang ditangani di fasilitas pengolahan pada Skenario A juga lebih besar dibandingkan pada kondisi *existing*.

Tabel 8 Optimasi kapasitas sampah.

Fasilitas	Jumlah (unit)	Kapasitas Sampah (ton/tahun)
Rumah Kompos	5	374
TPS 3R	5	999
TOTAL	10	1 373

Peningkatan total biaya pada Skenario A diikuti dengan total manfaat diterima pun menjadi jauh lebih besar, sehingga *net value* nya pun menjadi semakin positif (yaitu sebesar Rp 2 110 282 202) dan $BCR > 1$ (yaitu sebesar 2.903). Hal ini menunjukkan peningkatan kapasitas di fasilitas pengolahan akan menghasilkan total manfaat yang jauh lebih besar dibandingkan dengan total biaya yang dibutuhkan. Skenario A yang merupakan optimasi dari kondisi *existing* menunjukkan hasil besaran *net value* dan BCR yang lebih baik dari kondisi *existing*, sehingga menjadi semakin layak untuk diimplementasikan dalam meningkatkan pengelolaan sampah di Kota Pekanbaru.

Skenario B

Skenario B mengasumsikan pelayanan satu TPS 3R untuk 500 KK dimana 1 KK terdiri dari 5 orang, sehingga timbulan sampah yang masuk di satu unit TPS 3R adalah 977.50 kg/unit/hari. Namun sampah yang dikelola hanya 70% dari sampah masuk karena 30% sisanya merupakan residu, sehingga timbulan sampah yang dikelola adalah 684.25 kg/unit/hari. Hingga tahun 2025, diperlukan total jumlah TPS 3R sebanyak 24 unit. Dengan mempertimbangkan jumlah TPS 3R yang telah tersedia pada tahun sebelumnya maka didapat jumlah penambahan TPS 3R yang dibutuhkan setiap tahunnya. Tabel 9 menunjukkan jumlah target sampah yang harus diolah di TPS 3R dan jumlah TPS 3R yang dibutuhkan hingga tahun 2025.

Tabel 9 Target pengelolaan sampah hingga tahun 2025 pada skenario B.

Tahun	Timbulan sampah dikelola (kg/unit/hari)	Jumlah TPS 3R (Unit)	Penambahan TPS 3R (Unit/tahun)	Target sampah dikelola TPS 3R (kg/hari)
2019	684.25	3	3	2 053
2020		6	3	4 106
2021		9	3	6 158
2022		12	3	8 211
2023		16	4	10 948
2024		20	4	13 685
2025		24	4	16 422

Hasil analisis biaya dan manfaat dari Skenario B dapat dilihat pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 4. Seiring dengan jumlah timbulan sampah yang harus ditangani maka biaya yang dibutuhkan, baik biaya langsung maupun tidak langsung, mengalami peningkatan. Biaya langsung akan lebih didominasi oleh biaya operasional dan perawatan, dibandingkan dengan biaya investasi. Pada komponen biaya tidak langsung, emisi

dari fasilitas pengolahan sampah jauh lebih besar dibandingkan dengan emisi dari pengangkutan sampah. Hal ini dapat dipahami karena jumlah sampah yang harus diolah semakin meningkat dan jumlah sampah yang harus diangkut ke TPA menjadi semakin menurun.

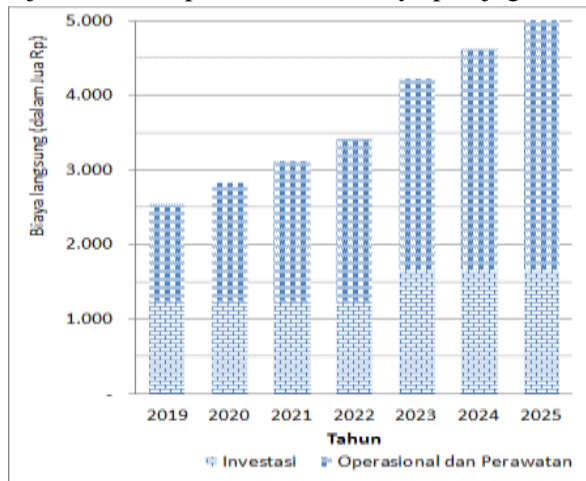
Pada komponen manfaat langsung, penghasilan dari retribusi dan penjualan produk mendominasi dibandingkan manfaat dari pengurangan BBM dan pengurangan kebutuhan lahan *landfilling* di TPA. Hal ini bisa dipahami karena jumlah sampah yang ditangani semakin meningkat, maka akan meningkatkan produk dari fasilitas pengolahan dan jumlah rumah tangga yang terlayani sehingga besaran retribusi yang diharapkan pun akan semakin meningkat.

Pada komponen manfaat tidak langsung, pengurangan emisi dari pengangkutan sampah sangat kecil bila dibandingkan dengan pengurangan emisi CH₄ di TPA dan manfaat kesehatan. Rekapitulasi fluktuasi nilai total biaya dan total manfaat untuk skenario B dapat dilihat pada Gambar 5. Seperti halnya dengan Skenario A, peningkatan komponen manfaat di Skenario B ini jauh lebih besar dibandingkan dengan peningkatan biayanya. Hal ini dibuktikan dengan nilai *net value* yang positif dan menunjukkan nilai yang terus meningkat untuk setiap tahunnya.

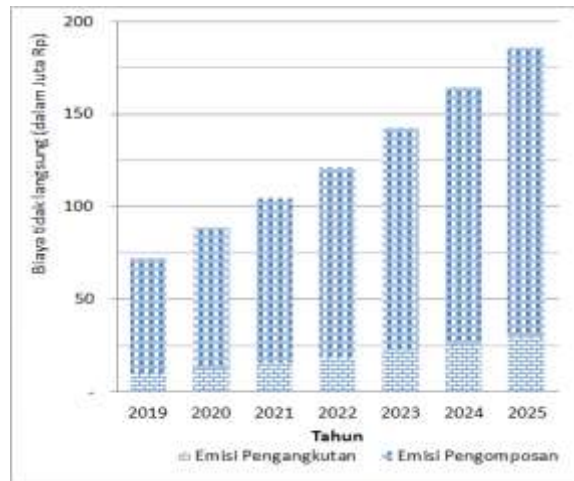
Nilai BCR setiap tahunnya relatif meningkat hingga mencapai nilai 4.478 pada tahun 2025. Terjadi penurunan nilai BCR pada tahun 2023, yaitu dari 4.423 pada tahun 2022 menjadi 4.241 pada tahun 2023. Hal dikarenakan pada tahun 2023 tersebut terdapat penambahan jumlah TPS 3R sebanyak 4 unit, dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya yang hanya memerlukan penambahan 3 unit TPS 3R per tahunnya.

Selama ini, usaha pengelolaan sampah termasuk untuk pengolahan sampah selalu dipandang sebagai *cost center* yang membutuhkan biaya yang sangat besar, terutama untuk kota besar seperti Kota Pekanbaru. Hal ini bisa dipahami karena nilai manfaat dari pengolahan sampah seringkali tidak bisa dinominalkan secara langsung. Ada nilai manfaat tidak langsung termasuk terkait konservasi lingkungan yang seringkali diabaikan dalam analisis kelayakan suatu pengelolaan sampah.

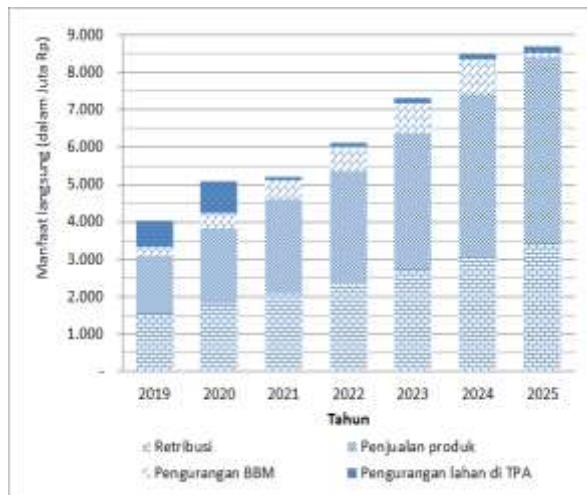
Karena jumlah sampah yang ditangani di fasilitas pengolahan yang semakin besar maka total biaya dibutuhkan untuk Skenario B paling besar dibandingkan Skenario A dan kondisi *existing*. Pola yang serupa didapat untuk total manfaat, akan tetapi karena peningkatan total manfaat yang jauh lebih besar maka *net value* menjadi semakin positif dan BCR nya pun juga semakin besar.



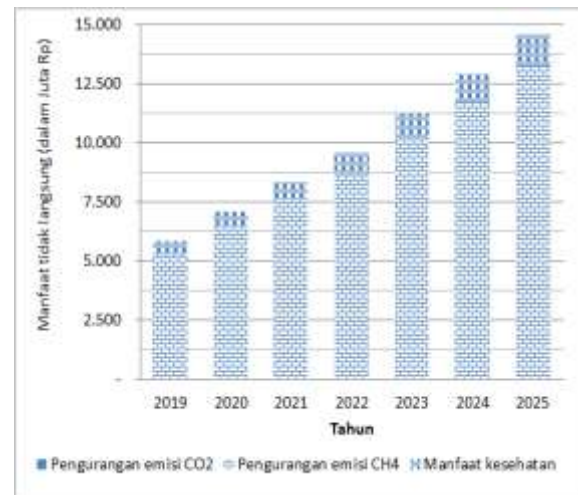
Gambar 1 Biaya langsung pada skenario B.



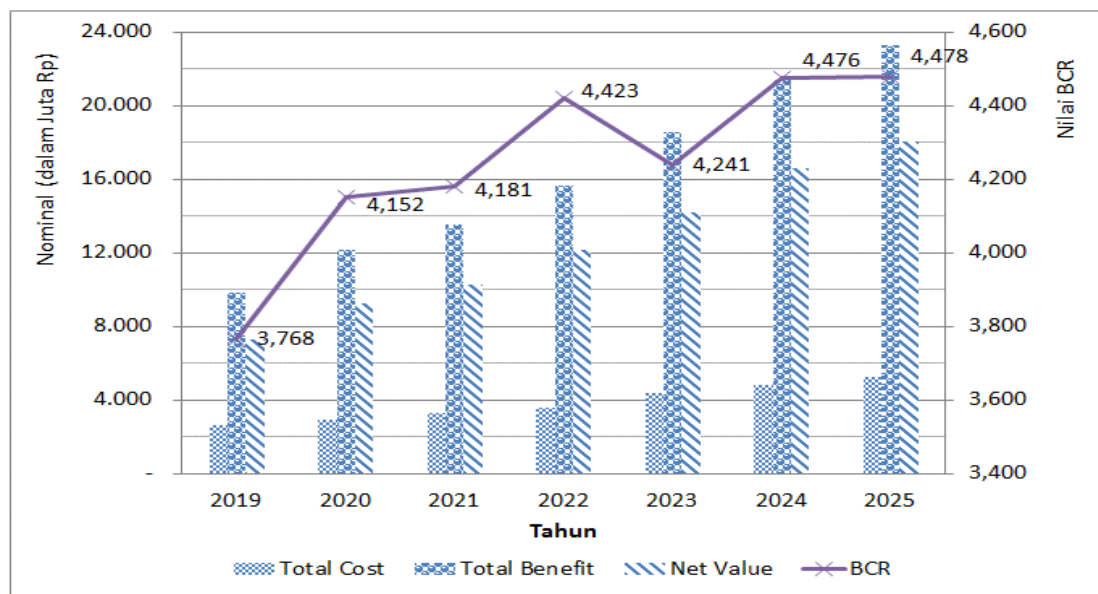
Gambar 2 Biaya tidak langsung pada skenario B.



Gambar 3 Manfaat langsung pada skenario B.



Gambar 4 Manfaat tidak langsung pada skenario B.



Gambar 5 Rekapitulasi total biaya dan manfaat pada skenario B.

SIMPULAN

Suatu kegiatan pengelolaan sampah tentu saja membutuhkan biaya, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam operasionalnya. Pada sisi lain, pengelolaan sampah juga dapat menghasilkan manfaat yang dirasakan secara langsung maupun tidak langsung. Dalam penelitian ini, metode CBA telah diaplikasikan untuk mengetahui besaran total biaya dan total manfaat dalam pengelolaan sampah di Kota Pekanbaru.

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan sampah di Pekanbaru dengan kondisi *existing* pun menunjukkan nilai total manfaat yang lebih besar dibandingkan total biaya yang dikeluarkan. Kelayakan pengolahan sampah menjadi semakin besar apabila dilakukan optimasi fasilitas rumah kompos dan TPS 3R (Skenario A). Bahkan apabila TPS 3R saja yang akan dibangun 2 unit per Kecamatan dan dilakukan bertahap sampai dengan tahun 2025 (Skenario B), kelayakan dari sisi ekonomi menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan skenario lainnya. Kelayakan sisi ekonomi ditunjukkan dengan nilai Net Value dan BCR yang semakin besar. Penelitian ini juga membuktikan bahwa pemerintah sebaiknya lebih memprioritaskan pengolahan sampah, terutama sedekat mungkin dengan sumber penghasil sampah, dibandingkan hanya sekedar diangkut ke TPA. Paradigma pengelolaan sampah tersebut dapat mengurangi berbagai macam permasalahan yang seringkali dihadapi termasuk dalam penyediaan dan pengoperasian TPA terutama oleh kota besar yang terkendala keterbatasan lahan untuk TPA.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahamed A, Yin K, Ng BJH, Ren F, Chang VWC, Wang JY. 2016. Life cycle assessment of the present and proposed food waste management technologies from environmental and economic impact perspectives. *Journal of Cleaner Production*. 131:607-6014.
- Aleluia J, Ferrão P. 2017. Assessing the costs of municipal solid waste treatment technologies in developing Asian countries. *Waste Management*. 69:592-608.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Kota Pekanbaru dalam Angka 2017*. Pekanbaru: BPS Kota Pekanbaru.
- Damanhuri E, Padmi T. 2016. *Pengelolaan Sampah Terpadu*. Bandung: Penerbit ITB.
- Dethan MN, Kallau J, Pelokilla MR. 2014. Volume sedimen dan valuasi ekonomi sumberdaya air embung di Kota Kupang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 12(2):118-128.
- Dobraja K, Barisa A, Rosa M. 2016. Cost-benefit analysis of integrated approach of waste and energy management. *Energy Procedia*. 95:104-111.
- Ghinea C, Gavrilescu M. 2016. Costs analysis of municipal solid waste management scenarios: IASI-Romania Case Study. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. 24:185-199.
- IPCC. 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – A primer*. Japan (JP): Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme (IGES).
- Kawai M, Purwanti IF, Nagao N, Slamet A, Hermana J, Toda T. 2012. Seasonal variation in chemical properties and degradability by anaerobic digestion of landfill leachate at Benowo in Surabaya, Indonesia. *Journal of Environmental Management*. 110:267-275.
- Maulana H, Anggora S, Yulianto B. 2016. Kajian kondisi dan nilai ekonomi manfaat ekosistem terumbu karang di Pantai Wediombo, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 14(2):82-87.
- Nugraha A, Sutjahjo SH, Amin AA. 2018. Persepsi dan partisipasi masyarakat terhadap pengelolaan sampah melalui bank sampah di Jakarta Selatan. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 8(1):7-14.
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 69 Tahun 2013. Standar Tarif Pelayanan Kesehatan dalam Penyelenggaraan Program Jaminan Kesehatan. Tanggal
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010. Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Tanggal 26 Maret 2010.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 3 Tahun 2013. Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. Tanggal 14 Maret 2013.
- Peraturan Presiden No. 97 Tahun 2017. Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. Tanggal 24 Oktober 2017.
- Pieter J, Benu F, Kaho MR. 2015. Valuasi ekonomi ekowisata terhadap pengembangan objek wisata kawasan pesisir pantai. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 13(1):55-64.
- Raharjo S, Sitorus SRP, Suwandi. 2018. Analisis potensi lahan dan strategi pengembangan sawah baru secara berkelanjutan di Kecamatan Jatigede, Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 8(1):26-35.
- Sanchez VM, Kromann MA, Astrup TF. 2014. Life cycle costing of waste management systems: Overview, calculation principles and case studies. *Waste Management*. 36:343-355.
- Setiyani AD, Fraiture C, Susanto RH, Duker A. 2018. Economic valuation for water supply from Merapi Volcano National Park (Case study: Kali Kuning Sub Watershed). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 7(1):29-36.

Standar Nasional Indonesia. SNI 19-3964-1994. *Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan Sampah Perkotaan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

USEPA. 2017. *The Social Cost of Carbon: Estimating the Benefits of Reducing Greenhouse Gas Emissions*. [diunduh 2018 Apr 26]. Tersedia pada: https://19january2017snapshot.epa.gov/climatechange/social-cost-carbon_.html.